

# POHJAVEDENPINNAN LÄHELTÄ JA SEN ALTA TAPAHTUVAN KAIVUN TALOUDELLINEN MERKITYS SUOMESSA

Piiri	Pohjavedenpinnan yläpuolella	Pohjavedenpinnan alapuolella
Uudenmaan	100	73
Turun	275	312
Hämeen	770	211
Kymen	720	424
Mikkelin	150	80
Pohjois-Karjalan	1120	349
Kuopion	161	88
Keski-Suomen	128	98
Vaasan	78	145
Keski-Pohjanmaan	104	150
Oulun	600	470
Kainuun	256	160
Lapin	1156	345
Yhteensä	5618	2905

Arvio käyttöön saatavista hiekka- ja soramääristä jaoteltuna TVL:n piireittäin, milj.m<sup>3</sup>.

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS  
MAA JA VESI OY  
18.12.1984

08  
716



85 0507

## SISÄLLYS

1	HIEKKA- JA SORAVARAT TIEPIIREITTÄIN	1
2	KAIVUN NYKYTILA	4
2.1	Hiekan ja soran kulutus koko maassa	4
2.2	Hiekan ja soran kulutus TVL:n piireissä	6
3	KULUTUSENNUSTEET	7
3.1	Ennuste koko maan hiekan ja soran kulutuksesta	7
3.2	Ennuste TVL:n piirien hiekan ja soran kulutuksesta	8
4	KAIVUN RAJOITUKSET	9
4.1	Hiekan ja soran saantia rajoittavat tekijät	9
4.2	Käyttöön saatavat hiekka- ja soravarat	12
5	MAA-AINESHUOLTO PUUTEALUEILLA	13
5.1	Puutealueet	13
5.2	Maa-aineshuolto puutealueilla	14
6	VEDENPINNAN LÄHELTÄ JA SEN ALTA TAPAHTUVAN OTON KUSTANNUKSET	16
7	ERI OTTOMENETELMIEN KUSTANNUSVERTAILU	21
8	POHJAVEDENPINNAN ALTA JA SEN LÄHELTÄ TAPAHTUVAN KAIVUN TALOUDELLINEN MERKITYS	26

## LIITTEET

Suojellut harjualueet



POHJAVEDENPINNAN LÄHELTÄ JA SEN ALTA  
TAPAHTUVAN KAIVUN TALOUDELLINEN MERKITYS SUOMESSA

1

HIEKKA- JA SORAVARAT TIEPIIREITTÄIN

Geologinen tutkimuslaitos, nykyisin Geologian tutkimuskeskus, on vuosina 1971 - 1978 arvioinut tie- ja vesirakennushallituksen kanssa yhteistyönä Suomen sora- ja hiekkavarat.

Sora- ja hiekka-alueet kartoitettiin alustavasti karttojen ja ilmakuvien avulla. Tämän työvaiheen jälkeen tehtiin koekuoppatutkimuksia, kairauksia ja seismisiä luotauksia. Laboratoriotutkimukset, jotka supistettiin mahdollisimman vähiin, käsittivät seurlonta- ja lieteanalyysijä kairaus- ja koekuoppänäytteistä sekä joistakin erikoistapauksista. Suurin osa ainesmäärälaskelmista tehtiin kertomalla alueen pinta-ala kerrospaksuudella. Useimmiten pohjatasona käytettiin pohjaveden pinnan tasoa. Myös matemaattisiin malleihin perustuvia laskentamenetelmiä käytettiin.

Aines jaettiin A-, B- ja C-luokkiin. A-luokka käsitti murskauskelpoisen aineksen, jossa yli 30 % rakeista oli halkaisijaltaan yli 60 mm. B-luokka oli soravaltainen ja C-luokka hiekkavaltainen aines.

Arvioinnin mukaan on koko maassa pohjavedenpinnan yläpuolella murskauskelpoista ainesta, soraa ja hiekkaa 47,5 miljardia m<sup>3</sup>. Muodostumien keskipaksuus on noin 6,3 m. Maamme hiekka- ja soravarat ovat melko runsaat (vrt. taulukko 1), mutta vain pieni osa mainituista varoista on hyödynnettävissä teknisten, taloudellisten, suojelullisten yms. syiden vuoksi. Ainesmäärä TVL:n piireittäin vaihtelee suuresti.



Mainitun työn yhteydessä arvioitiin myös pohjavedenpinnan alaiset sora- ja hiekkavarat. Selvityksessä todetaan aineksen määrän vaihtelevan suuresti geologisesti erilaisilla alueilla. Selvitys päättyy siihen, että varovaisestikin laskien olisi kysymys noin 20 miljardin m<sup>3</sup>:n ainesmäärästä.

Arvioinnissa on otettu huomioon kunkin tiepiirin alueen hydrogeologiset erikoisominaisuudet, jotka perustuvat kallioperän topografiaan, maapeitteen paksuuteen tutkimustulostemme perusteella, jääkauden jälkeiseen sedimentaatioon (kerrostumiseen) sekä alueen yleiseen korkokuvaan.

Sora- ja hiekkamuodostumien rakenteen perusteella on edelleen arvioitu eri ainesluokkien keskeisiä suhteita. Tässä on päädytty siihen, että karkealajitteisen aineksen osuus muodostumien ydinosissa on suurempi kuin niiden reunoilla. Tästä johtuen soravalttaisten A- ja B-luokkien ainesten osuus kasvaa pohjavedenpinnan alapuolella hiekkavalttaiseen ainekseen verrattuna.

Seuraava taulukko esittää arvioinnin tulokset. Taulukossa esiintyvät ainesmäärät pohjavedenpinnan yläpuolella on otettu sellaisenaan aikaisemmin esitetyistä Geologisen tutkimuslaitoksen tutkimusraportista nro 42: Suomen sora- ja hiekkavarojen arviointiprojekti 1971 - 1978. Pohjavedenpinnan alapuoliset ainesmäärät on arvioinut tämän selvityksen laatija.

Tässä tekemässämme selvityksessä on pohjavedenpinnan alaisten sora- ja hiekkakerrosten paksuudet ja levinneisyydet arvioitu eri tiepiirien alueilla geologisin perustein käyttäen tukena yli kolmeatuhatta pohjavesitutkimusta kairaustietoineen eri puolella Suomea.

Taulukko 1. Sora- ja hiekkavarat TVL:n piireittäin  
(milj.m<sup>3</sup>).

	POHJAVESIPINNAN YLÄPUOLELLA			POHJAVESIPINNAN ALAPUOLELLA		
	A+B	C	yhteensä	A+B	C	yhteensä
UUDENMAAN	578	2152	2730	728	1092	1820
TURUN	448	2155	2603	1562	2343	3905
HÄMEEN	2557	5370	7927	2114	3171	5285
KYMEN	1802	5265	7067	2826	4241	7067
MIKKELIN	590	1394	1984	529	793	1322
POHJOIS-KARJALAN	2239	6485	8724	2326	3489	5815
KUOPION	406	1249	1655	441	662	1103
KESKI-SUOMEN	320	1530	1850	493	740	1233
VAAASAN	141	480	621	579	870	1449
KESKI-POHJANMAAN	174	471	645	602	903	1505
OULUN	1000	2910	3910	2346	3519	5865
KAINUUN	426	1569	1995	532	798	1330
LAPIN	1574	4179	5753	986	1480	2466
YHTEENSÄ	12255	35209	47464	16064	24101	40165

A = murskauskelpoinen aines

B = soravaltainen aines

C = hiekkavaltainen aines

Lähiajan maa-aineshuoltoa varten on TVL:llä käytettävissä omia soran- ja hiekanottopaikkoja. Piirien hallinnassa olevien ottopaikkojen määriä ja niiden sisältämiä ainesmääriä voidaan tarkastella kuvan 2 avulla. Kuvan diagrammit vastaavat ajankohtaa 1.1.1980.



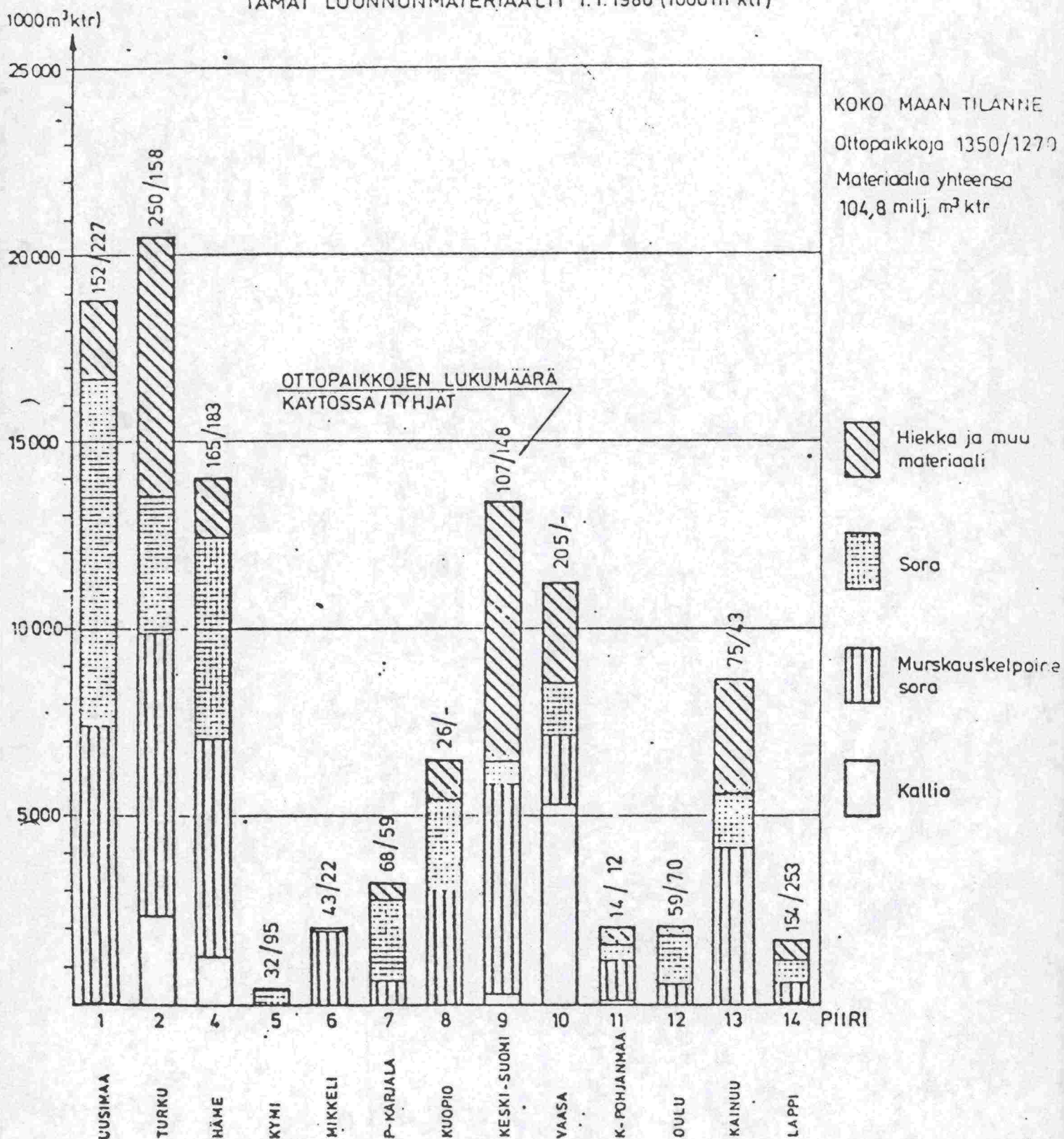
PIIRIEN HALLINNASSA OLEVIA MATERIAALIN  
OTTOPAIKKOJEN LUKUMÄÄRÄT JA NIIDEN SISÄL-  
TÄMÄT LUONNONMATERIAALIT 1.1.1980 (1000 m<sup>3</sup> ktr)

KOKO MAAN TILANNE

Ottopaikkoja 1350/1270

Materiaalia yhteensä

104,8 milj. m<sup>3</sup> ktr





2

## KAIVUN NYKYTILA

## 2.1

## Hiekan ja soran kulutus koko maassa

Kiviainesten käytön nykytilaa voidaan tarkastella valtakunnallisesti vain yleisellä tasolla, koska viimeisten vuosien tietoja ei ole suurimmalta osalta maata vielä saatavissa. Suomen kiviainesten käyttötarpeen selvitys on vasta suunnitteilla.

Uudenmaan läänin osalta on valmistunut Rakennusaine-teollisuus ry:n ja tie- ja vesirakennushallituksen toimesta läänin maa-aineshuoltoselvitys v. 1983 lopulla. Seutukaavaliitoista Kanta-Häme, Etelä-Karjala, Etelä-Savo ja Lappi ovat koonneet 1980-luvun alkupuolen tiedot kiviainesten kulutuksesta. Edellä mainittuja selvityksiä on käytetty tukena jäljempänä esitetyissä tarkasteluissa. Huomautettakoon tässä yhteydessä, että aikaisemmat selvitykset kohdistuvat lähes yksinomaan pohjavedenpinnan yläpuolisiin hiekka- ja soravaroihin.

Koko maata kattava, hiekan ja soran kulutusta koskeva selvitys on tiettävästi tehty viimeksi vuonna 1979 (Osmo Kontturi: Suomen kiviaineskulutuksen ennustaminen). Mainitun selvityksen mukaan jakaantui kiviainesten kulutus seutukaavaliitoittain taulukon 2 osoittamalla tavalla.

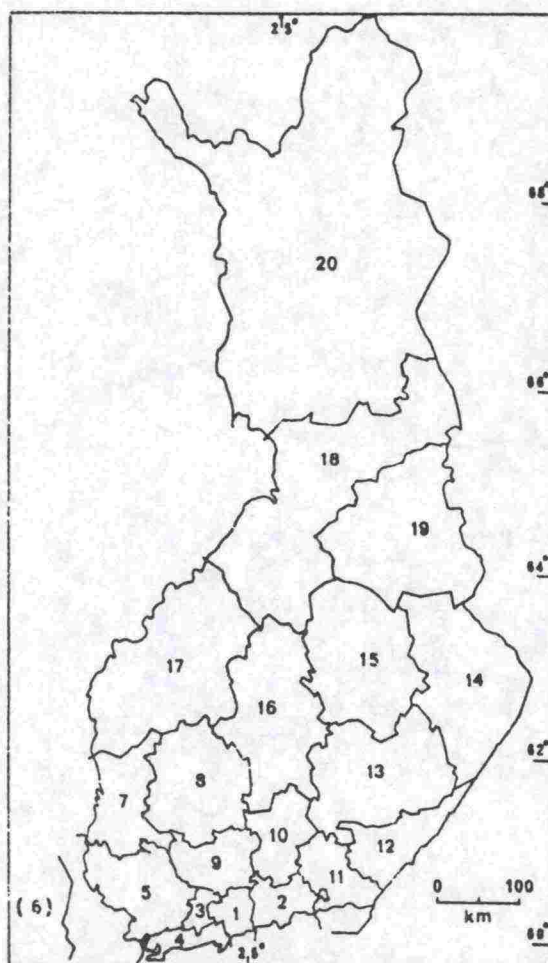
Taulukko 2. Kiviaineskulutus v. 1975 alueittain ja asukasta kohden vuodessa sekä tarkennettu vuosikulutus ja tarkasteluvuosi.

Nro Seutukaava-alue		v. 1975		Tarkennusjakso	
		$10^3 \text{ m}^3/\text{a}$	$\text{m}^3/\text{as}$	$10^3 \text{ m}^3/\text{a}$	Tark. jakso
1	Helsinki	4550	5.3		
2	Itä-Uusimaa	570	6.2		
3	Länsi-Uusimaa	330	7.3		
4	Västra Nyland	400	6.5		
5	Varsinais-Suomi <sup>1)</sup>	2250	5.5	2630	1976-1980
7	Satakunta	1700	6.9		
8	Tampere	3380	8.4		
9	Kanta-Häme	1700	10.6	1600	1983
10	Päijät-Häme	1250	6.7		
11	Kymenlaakso	1380	6.8		
12	Etelä-Karjala	1100	7.5	630	1980-1984
13	Etelä-Savo	1350	7.5	1300	1982-1984
14	Pohjois-Karjala	1850	10.3		
15	Pohjois-Savo	2000	7.8		
16	Keski-Suomi	1650	6.8		
17	Vaasan lääni	5800	13.6		
18	Pohjois-Pohjanmaa	2200	7.2		
19	Kainuu	610	6.1		
20	Lappi <sup>1)</sup>	2000	10.0	2500	1981-1984
1...20 Yhteensä		36070	7.7		

<sup>1)</sup> arvioitu tätä taulukkoa varten.

Taulukon numerointi viittaa kuvan 1 seutukaavaliittojakoon. Taulukkoon on otettu mukaan joidenkin seutukaavaliittojen kokoamia tuoreimpia tietoja kiviainesten kulutuksesta.





Kuva 1. Numerot 1...20 tarkoittavat seutukaava-alueita.

## 2.2

### Hiekan ja soran kulutus TVL:n piireissä

Valtakunnallista yhteenvetoa piirien hiekan ja soran kulutuksesta ei ole käytettävissä. Kulutus on kuitenkin pysynyt jokseenkin tasaisena ja on yhteensä noin 20 milj.m<sup>3</sup>/a. Koska suuria muutoksia kulutuksessa ei ole tapahtunut eikä ole odotettavissa, kuvaa taulukko 5 myös tämän hetkistä kulutusta riittävällä tarkkuudella. TVL:n osuus on koko maan kulutuksesta runsas kolmannes.



3

## KULUTUSENNUSTEET

## 3.1

Ennuste koko maan hiekan ja soran kulutuksesta

Kiviainesten kulutuksen kehitystä voidaan parhaiten tarkastella taulukon 4 perusteella.

Taulukko 4. Hiekan ja soran kokonaiskulutustarve  
v. 1975...2000 Suomessa

Nro Seutukaava-alue	Kulutus 1975 1000m <sup>3</sup> /a	Ennuste 1985 1000 m <sup>3</sup> /a	Ennuste 2000 1000 m <sup>3</sup> /a	Muutos 1975...2000	
				1000 m <sup>3</sup> /a	%
1 Helsinki	4550	3900	3100	-1450	-31.9
2 Itä-Uusimaa	570	600	630	+ 60	+10.5
3 Länsi-Uusimaa	330	385	475	+ 145	+43.9
4 Västra Nyland	400	485	650	+ 250	+62.5
5 Varsinais-Suomi	2250	2250	2250	0	0
7 Satakunta	1700	1750	1800	+ 100	+ 5.9
8 Tampere	3380	3300	3200	- 180	- 5.3
9 Kanta-Häme	1700	1580	1400	- 300	-17.7
10 Päijät-Häme	1250	1380	1550	+ 300	+24.0
11 Kymenlaakso	1380	1550	1850	+ 470	+34.1
12 Etelä-Karjala	1100	1100	1100 <sup>1)</sup>	0	0
13 Etelä-Savo	1350	1280	1200	- 150	-11.1
14 Pohjois-Karjala	1850	1700	1200	- 650	-35.1
15 Pohjois-Savo	2000	2000	2000 <sup>1)</sup>	0	0
16 Keski-Suomi	1650	1630	1600	- 50	- 3.0
17 Vaasan lääni	5800	5500	5050	- 750	-12.9
18 Pohjois-Pohjanmaa	2200	2300	2450	+ 250	+11.4
19 Kainuu	610	630	650	+ 40	+ 6.6
20 Lappi <sup>1)</sup>	2000	2000	2000	0	0
Yhteensä	36070	35290	34155	-1915	- 5.3

1) Arvioitu tätä taulukkoa varten.

(Lähde O. Kontturi: Suomen kiviaineskulutuksen ennustaminen)

Edellä olevassa ennusteessa on huomattavaa, että Etelä-Suomen (varsinkin Helsingin ja sen ympäristön) ja Keski-Suomen kiviaineskulutuksen ennustetaan pienenevän ja Pohjois-Suomen vastaavasti kasvavan vuoteen 2000 mennessä. Kokonaisuutena kulutus pienenesi ennustejakson aikana lukemasta noin 36,1 milj.m<sup>3</sup>/a lukemaan noin 34,2 milj.m<sup>3</sup>/a.

Vuonna 1983 laaditun selvityksen (Uudenmaan läänin maa-aineshuoltoselvitys) mukaan tulisi Uudenmaan läänin hiekan ja soran kulutus olemaan viisivuotiskaudella 1984-89 noin 6,6 milj.m<sup>3</sup>, kun sen on edellä esitetyssä taulukossa ennustettu olevan v. 1985 noin 5,4 milj.m<sup>3</sup>.

Varsinais-Suomen seutukaavaliiton uudemman ennusteen mukaan kulutus vuonna 2000 olisi noin 2,9 milj.m<sup>3</sup>. Kanta-Hämeessä vastaava lukema olisi noin 1,6 milj.m<sup>3</sup> ja Lapissa 2,4 milj.m<sup>3</sup>.

Esitetyt arviot poikkeavat siten toisistaan jonkin verran, mikä osaltaan kuvastaa ennustamisen hankaluutta. Muiden seutukaavaliittojen alueilta ei ole ollut käytettävissä tarkempia tietoja.

### 3.2

Ennuste TVL:n piirien hiekan ja soran kulutuksesta

Viisivuotiskaudella 1983 - 1988 on TVL:n piirien hiekan ja soran kulutuksen arvioitu olevan seuraavan taulukon mukainen.



Taulukko 5. Hiekan ja soran kulutus TVL:n piireissä vuosina 1983 - 1988.

Piiri	Kulutus milj.m <sup>3</sup> /a
Uudenmaan	2.6
Turun	2.7
Hämeen	2.3
Kymen	1.1
Mikkelin	1.4
Pohjois-Karjalan	1.0
Kuopion	1.3
Keski-Suomen	1.3
Vaasan	1.7
Keski-Pohjanmaan	0.7
Oulun	1.2
Kainuun	0.8
Lapin	1.9
Yhteensä	20.0

Kulutuksen on ennustettu siten pysyvän likipitään nykyisellä tasollaan ennustejaksolla eli olevan yhteensä noin 20 milj.m<sup>3</sup>/a.

#### 4

#### KAIVUN RAJOITUKSET

##### 4.1

Hiekan ja soran saantia rajoittavat tekijät

Kiviainesten kaivua rajoittavat mm:

- suojelunäkökohdat
- alueiden kaavoitus ja käyttö muihin tarkoituksiin
- laatu- ja määräpuutteet
- teknis-taloudelliset seikat.



Maa-ainesten otto ei tule kyseeseen mm. luonnonsuojelulain nojalla rauhoitetuissa harjualueissa, joita oli 1.1.1980 yhteensä 688,6 ha. Suojellut kohteet on esitetty liitteenä tämän esityksen lopussa.

Muita rajoituksia aiheuttavat mm. vesilaki (lähinnä pohjaveden suojelun kannalta), maa-aineslaki, joka on tehty nimenomaan säätelemään ottamistoimintaa, rakennuslainsäädännön suojeluosa ja muinaismuistolaki. Vesihuollon alueet (tärkeät pohjavesialueet ja muut vedenhankinnan alueet sekä suoja-alueet) sitovat huomattavan osan maamme käyttökelpoisista hiekka- ja soravaroista.

Soranotto ei usein tule kysymykseen siitä syystä, että aluetta käytetään muihin tarkoituksiin.

Vaiheseutukaava 1, joka on useimmissa seutukaavaliitoissa sisäasiainministeriön vahvistama, määrittelee virkistys-, suojelu- sekä maa- ja metsätalousalueet. Seutukaavaliitoissa on myös valmisteilla vaihekaava 2 ja kokonaissuunnitelmia. Virkistys- ja suojelualueet on tässä selvityksessä huomioitu ottoa rajoittavina tekijöinä.

Pienimittakaavaisten asema-, rakennus- ja rantakaavojen alueilla on hiekan- ja soranotto pääsääntöisesti kielletty ilman rakennuslautakunnan lupaa tai kunnan suostumusta. Sama koskee myös alueita, joille asematai rakennuskaava on tekeillä.

Paitsi kaavoitus sitoo myös rakennustoiminta huomattavia alueita. Perinteisesti on mm. asutus ja tiestö keskittynyt harjujaksoille. Esimerkkeinä muista käyttötärpeistä voidaan mainita lisäksi teollisuusalueet,

sotilasalueet, lentokentät, hautausmaat ja linjastot sekä kuntien maisemaselvitysalueet.

Monessa tapauksessa hiekan ja soran huono laatu tai vähäinen määrä aiheuttavat sen, ettei esiintymää kannata hyödyntää. Vähäarvoisia ovat hiekkavaltaiset ja runsaasti epäpuhtauksia (liete, humus) sisältävät sekä lujuudeltaan heikot kiviaineseesiintymät. On arvioitu, että noin 68 % koko maan harjuaineksesta on hiekkavaltaista (luokka C). Monilla alueilla onkin kiviainesten puute tullut näkyviin karkean soravaltaisen aineksen puutteena.

Muita sora- ja hiekkaesiintymien käyttöä haittaavia tekijöitä ovat:

- muodostumaa peittävä moreeni- tai savikerros
- aineksessa runsaasti ylisuuria lohkareita ja kiviä
- muodostumassa välikerroksia (moreenia, silttiä, savea).

Teknis-taloudellisia rajoituksia ovat mm. kohteen etäisyys kulutuspisteestä eli pitkät kuljetusmatkat, huonot kulkuyhteydet ja työmaateiden runsas rakentamistarve, jotka nostavat kustannuksia. Kuljetusten osuus muodostaa ainesten hinnasta usein valtaosan.

Kaivutoimintaan käytettävät koneet eivät aiheuta rajoituksia pohjavedenpinnan yläpuolisessa ja enintään viiteen metriin saakka alapuolelle ulottuvassa otossa. Syvemmältä tapahtuva otto voi aiheuttaa ongelmia kasvavina kustannuksina ja kaivukaluston saannin vaikeutumisena. Kaivu tapahtuu pääasiassa laahakauhalla varustetuilla koneilla. Alapuolisen kaivun



helpottamiseksi on joissakin tapauksissa alennettu pohjavedenpintaa.

Kaivualueen muotoiluun, luiskien kaltevuuteen ja suojavyöhykkeisiin liittyvät säännökset ja viranomaismääräykset vähentävät usein merkittävästi esiintymästä saatavan aineksen määrää. Joissakin tapauksissa ottoalueesta saatava ainesmäärä saattaa jäädä tästä johtuen jopa alle 50 %:in aineksen kokonaismäärästä.

#### 4.2

Käyttöön saatavat hiekka- ja soravarat

Ottaen huomioon hiekan ja soran saantia rajoittavat tekijät (ks. kohta 4.1) on päädytty seuraavaan arvioon ainesmääristä, jotka ovat hyödynnettävissä ottotoimintaan.

Taulukko 5. Arvio käyttöön saatavista hiekka- ja soramääristä jaoteltuna TVL:n piireittäin, milj.m<sup>3</sup>. (A+B)

	Piiri	Pohjavedenpinnan yläpuolella		Pohjavedenpinnan alapuolella	
		milj. m <sup>3</sup>	SAATAVUUS %	milj. m <sup>3</sup>	SAATAVUUS %
5	Uudenmaan	100	17	73	10
4	Turun	275	61	312	20
21	Hämeen	770	30	211	10
15	Kymen	720	40	424	15
5	Mikkelin	150	25	80	15
18	Pohjois-Karjalan	1120	50	349	15
3	Kuopion	161	40	88	20
3	Keski-Suomen	128	40	98	20
1	Vaasan	78	55	145	25
1	Keski-Pohjanmaan	104	60	150	25
8	Oulun	600	60	470	20
3	Kainuun	256	60	160	30
13	Lapin	1156	43	345	35
	<b>Yhteensä</b>	<b>5618</b>		<b>2905</b>	

Yllä olevasta taulukosta on jätetty pois luokkaan C kuuluvat ainesmäärät, koska niillä ei katsota olevan kovin suurta taloudellista merkitystä.



5

## MAA-AINESHUOLTO PUUTEALUEILLA

## 5.1

## Puutealueet

Maassamme ovat hiekka- ja soravarat jakautuneet varsin epätasaisesti ja selviä varojen puutealueita on jo osoitettavissa useita. Seuraavassa taulukossa on koottu yhteen tiedot TVL:n piireittäin; sora- ja hiekkavarat, niistä käyttöön saatava määrä sekä TVL:n vuotuinen tarve.

Taulukko 6. Yhdistelmä sora- ja hiekkavaroista sekä tarpeesta TVL:n piireittäin milj.m<sup>3</sup>

TVL:n piiri	Sora- ja hiekkavarat pohjavedenpinnan (A+B+C)		Käyttöön saatavat sora- ja hiekkavarat pohjavedenpinnan (A+B)		Hiekan ja soran tarve TVL:n piireissä/vuosi (ennustejakso 1983-88)
	Yläpuolella	Alapuolella	Yläpuolella	Alapuolella	
Uudenmaan	2730	1820	100	73	2,6
Turun	2603	3905	275	312	2,7
Hämeen	7927	5285	770	211	2,3
Kymen	7067	7067	720	424	1,1
Mikkelin	1984	1322	150	80	1,4
Pohjois-Karjalan	8724	5815	1120	349	1,0
Kuopion	1655	1103	161	88	1,3
Keski-Suomen	1850	1233	128	98	1,3
Vaasan	621	1449	78	145	1,7
Keski-Pohjanmaan	645	1505	104	150	0,7
Oulun	3910	5865	600	470	1,2
Kainuun	1995	1330	256	160	0,8
Lapin	5753	2466	1156	345	1,9
Yhteensä	47464	40165	5618	2905	20,0

Uudellamaalla selviä puutealueita ovat pääkaupunkiseutu (Helsinki, Vantaa, Espoo ja Kauniainen), Kirk-

konummi, Järvenpää, Kerava, Lohjan kaupunki, Riihimäki, Loviisa ja Porvoo. Myös joissakin pienissä kunnissa esiintyy jo kiviainesvarojen suhteen vajausta.

Varsinais-Suomessa puutealueita ovat Turun seutu ja Salo. Turun seudulla koko rannikkovyöhykkeen kunnat kuuluvat jo puutealueisiin.

Satakunnassa suurimpia kiviainesten kuluttajia ovat Porin ja Rauman kaupungit, joilla esiintyy nykyisin ainesvajausta.

Pohjois-Savossa puutealueita ovat Kuopion ja Varkauden kaupungit.

Vaasan läänin voi lähes kokonaisuudessaan lukea kuuluvaksi hiekan ja soran puutealueisiin.

Edellä esitettyjen huomattavimpien puutealueiden lisäksi esiintyy myöskin paikallisesti merkittävää kuntakohtaista ainesvajausta useimpien seutukaavaliittojen ja TVL:n piirien alueella.

Yleisenä ilmiönä on lisäksi se, että ainesten kuljetusmatkat ovat kasvaneet ja yhä enemmän on siirrytty korvaavien materiaalien kuten kalliomurskeiden käyttöön.

## 5.2

### Maa-aineshuolto puutealueilla

Maa-aineshuolto puutealueilla perustuu yhä enenevässä määrin vaikeammin otettaviin esiintymiin, kaivuun pohjavedenpinnan läheltä ja sen alta sekä korvaavien materiaalien käyttöön.



TVL:n käyttämät soraa korvaavat materiaalit ovat lähinnä kallion louhimisesta ja murskaamisesta saatavia tuotteita. Kalliota louhittiin v. 1983 noin 4,3 milj.m<sup>3</sup>itd, josta murskattiin 2,8 milj.m<sup>3</sup>itd ja käytettiin murskaamattomana 1,5 milj.m<sup>3</sup>itd.

Moreenien pesutuotteita, teollisuuden jäteaineita ym. materiaaleja on kokeiltu maassamme, mutta niiden käyttö on jäänyt tälle asteelle eikä niillä ole vielä merkitystä.

Louheesta murskatun materiaalin hinta riippuu useista tekijöistä, kuten murskattavan aineksen kokonaismäärästä, kuljetusetäisyydestä, raekoosta, välivarastointitarpeesta ja murskauskohteen valtakunnallisesta sijainnista.

Alla on esitetty esimerkkinä TVH:n v. 1982 piirien jälkilaskentatietojen mukainen tieto louheesta urakalla valmistetun murskeen kokonaiskustannuksista ja kustannusten jakautumisesta eri kustannustekijöihin.

Siilohinta (murskaus ja siirto siiloon)	18,69 mk/m <sup>3</sup> itd
Välivarastointi välikuljetuksineen	3,85 "
Muu (mm. yleiskust.)	<u>4,16 "</u>
	26,66 mk/m <sup>3</sup> itd

Yllä esitetty hinta ei sisällä kalliolouhintakustannuksia eikä kuormaus- ja kuljetuskustannuksia välivarastosta käyttökohteeseen. Mm. v. 1983 kuljetustilaston (TVH 713 888) mukaan on murskatun materiaalin keskimääräinen kuljetusetäisyys TVL:n töissä koko maa huomioon ottaen ollut 7,36 km, mitä vastaa-

vat kuljetuskustannukset ovat noin 10 mk. Arviolta noin 85 % kaikista murskaustuotteista johdutaan väli-varastoimaan. Väli-varastosta tulevan lisäkuormauksen kustannukset ovat noin 1,5...2 mk/m<sup>3</sup>itd.

Kantavaan kerrokseen ja päällysteisiin käytettävän murskeen kokonaiskustannukset käyttökohteessa ovat suuruusluokkaa 50...60 mk/m<sup>3</sup>itd.

## 6

## VEDENPINNAN LÄHELTÄ JA SEN ALTA

## TAPAHTUVAN OTON KUSTANNUKSET

Kiviaineksen hinta kulutuspisteessä koostuu pääasiassa seuraavista osatekijöistä:

- tutkimuskustannukset
- maapohjan hinta
- raivauskustannukset
- työmaatiet
- irroittamisen kustannukset (sisältää kuormauksen)
- välikuljetuksen ja -varastoinnin kustannukset
- jalostuskustannukset
- kuljetuskustannukset
- maanottolain perusteella tulevat lupa- ja valvontamaksut
- ottopaikan jälkihoitokustannukset.



Vuonna 1983 oli keskimääräinen maapohjan ostohinnan vaikutus hiekan ja soran hintaan  $0,98 \text{ mk/m}^3 \text{ ktr.}$

Puuston ja kasvillisuuden poiston, pintamaan raivauksen ja kelpaamattoman maa-aineksen poiston kustannukset ovat suuruusluokkaa  $3...4 \text{ mk/m}^2$ . Ko. työn kustannusvaikutus olisi näin ollen  $1 \text{ mk/m}^3 \text{ ktr.}$ , kun soraesiintymän syvyys on  $3...4 \text{ m}$  ja vastaavasti  $0,30...0,40 \text{ mk/m}^3 \text{ ktr}$  syvyyden ollessa  $10 \text{ m}$ .

Em. perustein laskettuna muodostuisi luonnonkiviaineksen hinnaksi irroittamattomana noin  $1,3...2 \text{ mk/m}^3 \text{ ktr}$  eli noin  $1,05...1,60 \text{ mk/m}^3 \text{ itd}$  (löyhtymiskerroin  $1,25$ ). Raaka-ainekustannusten ääriarvot vaihtelevat  $0,50...3,50 \text{ mk/m}^3 \text{ itd}$ . Tutkimuskulut ovat arviolta  $5...10 \%$  materiaalin hankintahinnasta.

Työmaateiden kustannukset saattavat eräissä kohteissa muodostaa huomattavan kustannusosuuden, kun ko. teitä joudutaan erikseen rakentamaan. Hyvin monessa tapauksessa käytetään jo aikaisemmin käyttöön otettuja varaanottopaikkoja, jolloin tiekustannuksia ei muodostu.

Irroittamisen kustannukset vaihtelevat menetelmän ja olosuhteiden mukaisesti. Normaali kauhakuormaajalla tapahtuva pohjavedenpinnan yläpuolelta rintauksesta irroitus maksoi samana vuonna keskimäärin  $1,60 \text{ mk/m}^3 \text{ itd}$ .

Hiekan ja soran irroittaminen pohjavedenpinnan läheltä (alle  $1 \text{ m}$  pvp:n yläp.) ja sen alapuolelta on kalliimpaa kuin kauhakuormaajalla rintauksesta tapahtuva otto. Tähän vaikuttavat sekä työn hidastuminen, että tarve tehdä lähikuljetuksetkin autoilla. Oton todell-

listen tilastoitujen kustannustietojen puuttuessa on kustannuksia arvioitava koneiden veloitusperusteiden ja työsaavutusten kautta. Yleisenä huomiona todettakoon irroituksen olevan sitä hitaampaa, mitä syvemältä se tapahtuu. 5 m syvyys on käytännössä raja, jolloin irroituksen työmenetelmä on vaihdettava kuokkakauhakoneella tapahtuvasta joko laahakauhalla tai kahmarilla tapahtuvaksi. Jälkimmäinen työtapana on niin harvinainen, että sen tarkastelu voidaan jättää.

Soran- ja hiekanotossa pohjavedenpinnan alapuolelta 5 m syvyyteen saakka yleisimmin käytetyn hydraulisen tela-alustaisen kaivukoneen tuntiveloitus oli v. 1983 keskimäärin 151 mk/h. Konetyypin työsaavutus oli v. 1983 keskimäärin  $80 \text{ m}^3/\text{h}$  itd työskenneltäessä syvyydellä 0-5 m vedenpinnan alapuolella. Tästä saadaan irroituksen kustannukseksi  $1,90 \text{ mk}/\text{m}^3 \text{ itd}$ .

Laahakauhakoneen vastaavat tiedot työskenneltäessä syvyydellä 5-10 m pohjavedenpinnan alapuolella olivat v. 1983  $200 \text{ mk}/\text{h}$ ,  $60 \text{ m}^3/\text{h}$  itd eli kustannukset  $3,30 \text{ mk}/\text{m}^3 \text{ itd}$ .

Syvemmältä kuin 10 m pohjavedenpinnan alapuolelta tapahtuva otto on myös maassamme niin harvinaista, ettei luotettavaa työsaavutustietoa ole saatavissa. Mm. Saksassa ja Ruotsissa on menetelmä tunnetumpi. Ruotsalaistietojen mukaan syvältä tapahtuvaan ottoon käytetään laahakauhamenetelmällä toimivia konstruktioita, joilla päästäneen noin  $100 \text{ m}^3/\text{h}$  (itd) työsaavutuksiin ja jopa yli 30 m syvyyksille pohjavesipinnan alapuolelle. Yksittäinen hintatieto (v. 1981) kertoo näillä laitteilla pelkkien kaivukustannusten olevan noin  $3-4 \text{ mk}/\text{m}^3 \text{ itd}$ .



Huomautettakoon tässä yhteydessä, että kone- ja kauhakoolla samoin kuin kaivukohteen koolla on huomattava vaikutus kustannusten muodostumiseen.

Pohjavedenpinnan alentamisen vaikutusta aineksen hintaan ei ole tässä yhteydessä arvioitu tarkemmin. Menettely lienee kuitenkin varsinkin suurissa kohteissa käyttökelpoinen ja taloudellisesti kannattava, mikäli se voi tapahtua gravitaatiovirtauksena. Siten voidaan välttää konemuutokset.

Väliavarastoinnin ja jalostuksen kustannukset on mahdollista arvioida vain välillisesti, sillä niitä ei ole liikesalaisuuksina ilmoitettu. Yritysten kate sisältynee suurimmalta osaltaan myös tähän hintatekijään.

Jalostuskustannukset riippuvat ensisijaisesti käytetävän maa-aineksen laadusta. Pohjavedenpinnan alapuolella materiaali on usein karkeampaa ja laadullisesti parempaa.

Pohjavedenpinnan alapuolelta tapahtuvasta materiaalin otosta aiheutuu toisaalta tiettyjä lisäkustannuksia, jotka on myöhemmin käsitelty tarkemmin kohdassa 7. Jalostuksen osalta markkamääräisiä kustannuksia on vaikea määrittää.

Kuljetuskustannukset muodostavat kiviaineksen hinnasta käyttökohteessa 30-60 %. Myöskään näihin kustannuksiin ei ole merkittävää vaikutusta sillä, otetaanko aines pohjavedenpinnan yläpuolelta vai alapuolelta. Jäätyminen voi vaikeuttaa kuljetuksia talvityöissä. Kuljetustilaston v. 1983 (TVH 712 888) mukaan olivat TVL:n yksikköhinta- ja tuotantopalkkiotaksoil-

la irtokuutiomitoin ajettujen massojen keskimääräiset kuljetusetäisyydet seuraavat:

-	luonnonkiviaines	6,59 km
-	murskattu kiviaines	7,36 "
-	louhos ja kivet	2,04 "

TVL:n kuljetustaksojen mukaiset kustannukset olivat 1983 vastaavilla keskimääräisillä kuljetusmatkoilla:

-	luonnonkiviaines	9,22 mk/m <sup>3</sup> itd
-	murskattu kiviaines	10,08 "
-	louhos ja kivet	6,24 "

(TVH 731595)

Ottopaikan jälkihoitokustannukset muodostuvat maa-ainelain mukaisista viimeistely- ja maisemointikustannuksista. Ne voidaan arvioida seuraavasti:

-	luiskien muotoilu	1 mk/m <sup>2</sup>
-	metsitys (istutus)	0,30 mk/m <sup>2</sup>

Viimeistelytöiden kustannusvaikutus (mk/m<sup>3</sup>itd) riippuu maa-aineksen ottopaikan laajuudesta, ottosyvyydestä ja kokonaismassamäärästä vaihdellen melkoisesti tapauksesta riippuen. Jos esimerkiksi soranottopaikan koko on noin 1 ha, ottosyvyys 7 m, luiskat tasataan kaltevuuteen 1:3, on viimeistelytöiden kustannusvaikutus noin 0,12 mk/m<sup>3</sup>itd.

Mahdolliset pohjaveden suojaustoimenpiteistä aiheutuvat kustannukset vaihtelevat kohteittain asetettujen erityisvaatimusten mukaan.



## ERI OTTOMENETELMIEN KUSTANNUSVERTAILU

Kun soran- ja hiekanotto rajoitetaan ainoastaan pohjavedenpinnan yläpuoliseen osaan esiintymästä muodostuu aineksen lähtöhinnaksi  $1,25 \text{ mk/m}^3$  ktr (1983), joka sisältää ennen irroitusvaihetta aiheutuneet kustannukset. Taulukossa 5 sivulla 12 esitetään, että pohjavedenpinnan yläpuolisia käytettävissä olevia sora- ja hiekkavaroja on  $5.618 \text{ milj. m}^3$  ja alapuolisia  $2.905 \text{ milj. m}^3$ . Jos lähdetään siitä, että pohjavedenpinnan alapuolisista materiaaleista käytetään noin  $1/2$ , jakautuvat aineksen lähtökustannukset noin  $26 \%$  suuremmalle massamäärälle eli lähtöhinta laskee noin  $21 \%$ .

Vuoden 1983 kustannustason mukaan alenisi kiviaineksen keskimääräinen hankintahinta  $0,78 \text{ mk/m}^3$  itd:sta  $0,62 \text{ mk/m}^3$  itd.

Irroitus pohjavedenpinnan yläpuolelta maksoi v. 1983 keskimäärin  $1,60 \text{ mk/m}^3$ , pohjaveden alapuolelta  $0 - 5 \text{ m}$  syvyydeltä arviolta  $1,90 \text{ mk/m}^3$  ja syvyydeltä  $5 - 10 \text{ m}$   $3,30 \text{ mk/m}^3$  (itd).

Pohjavedenpinnan alapuolelta tapahtuvaa ottoa rasittaa joukko kustannuksia jotka kohottavat jalostamisen hintaa. Näitä ovat:

- veden (lietteen) poisto
- lietteen käsittely ja hävitys mahdollisine kuljetuksineen
- märän kasan jäätyminen vaikutus tarvittavaan työaikaan
- veden kuljetuksen kustannus

- veden poisto varastokasojen läheltä (ojat ym.)
- märän päällystekiviaineksen kuivauskustannukset
- ylimääräinen välivarastointi.

Nämä jatkojalostuksen ylimääräiset kustannuserät kumoutuvat osittain sillä, että veden alta otettava kiviaines on usein parempilaatuista (murskauskelpoisen aineksen osuus suurempi) kuin muodostumien pin-  
taosien aines. Osittain kustannukset jäävät luonnol-  
lisesti rasittamaan kiviainestuotteen hintaa. Tässä  
esityksessä ei puututa tarkemmin näiden kustannusten  
suuruuteen, koska tietojen saanti asiasta on osoit-  
tautunut mahdottomaksi. Jalostuskustannuksia pidetään  
liikesalaisuuksina.

Jälkihoitokustannusten osalta eri menetelmien vaiku-  
tusta niihin on vaikea arvioida. Alapuolisen kaivun  
tapauksissa saattaisivat kustannukset jäädä jopa  
pienemmiksi vähentyneen metsitystarpeen vuoksi.  
Toisaalta pohjaveden suojaaminen saattaa aiheuttaa  
lisäkustannuksia pohjavedenpinnan alapuolisessa  
soranotossa. Jälkihoitokustannusten merkitys aineksen  
kokonaishintaan on melko vähäinen, suuruusluokkaa  
 $0,1 \dots 0,2 \text{ mk/m}^3 \text{ itd.}$

Tarkasteltaessa yllä olevaa voidaan tulla siihen  
johtopäätökseen, että soran- ja hiekanotto pohjave-  
denpinnan alapuolelta olisi taloudellisesti kannatta-  
vaa seuraavan laskelman osoittamalla tavalla:

Laskelmassa käsitellään vertailuhintoja, joita edellä  
on selostettu. Tulkintaan on muistettava ottaa mukaan  
myös ne kustannuserät ja tekijät, joita tässä ei ole  
otettu numerotietoina käsiteltäviksi.



## a) Uusi soranottoalue

Kust. mk/m <sup>3</sup> itd			
	pvp yp	pvp ap <-5 m	pvp alap. >-5m
Maapohjan hinta	0,78	0,78	0,78
Puuston poisto + raivaus	0,4	0,4	0,4
Irroitus + kuormaus	1,6	1,9	3,3
Yhteensä	2,78	3,08	4,48

Laskelma osoittaisi pohjavedenpinnan alapuolelta syvyydeltä 0 - 5 m otettavan aineksen lähtö- ja irroituskustannuksen olevan 0,30 mk/m<sup>3</sup> kalliimpaa kuin pohjavedenpinnan yläpuolelta irroitettu aines. Kustannuseroa suurentaa lisäksi edellä esitetyt jalostuksen kustannukset. Lähtöhinnan muodostuminen yhtä suureksi molemmissa tapauksissa perustuu siihen, että hankittaessa uutta aluetta kiviaineksen ottoa varten myyjä tietäessään oton ulottuvan myös pohjavedenpinnan alapuolelle hinnoittelee maa-alueen vastaavasti.

## b) Käytössä oleva soranottopaikka

Kust. mk/m <sup>3</sup> itd			
	Otto vain pvp:n yp	Otto myös pvp:n ap<-5m	Otto myös pvp:n ap.>-5m
Maapohjan hinta	0,8	0,62	0,62
Irroitus	1,60	1,90	3,30
Yhteensä	2,60	2,52	3,92

Vaihtoehdossa b) on kysymyksessä kiviaineksen ottoa varten hankittu alue, jolta lisäsuunnitelman ja lisäluvan avulla saadaan jatkaa ottoa myös pohjavedenpinnan alapuolelle. Lähtöhinta jakautuu aikaisemmin esitetyllä tavalla 26 % suuremmalle massamäärälle. Tästä johtuen muiden kustannusten pysyessä samana muodostuu pohjavedenpinnan alaisen ainesmäärän hinta ennen jalostusta syvyydellä 0-5 m pohjavedenpinnan alapuolella lähimain samaksi, kuin pohjavedenpinnan yläpuolisessa soranotossa. Sen sijaan yli 5 m:n syvyydellä pohjavedenpinnan alapuolella alkaa soran hinta nousta kaivukustannusten kohoamisesta johtuen.

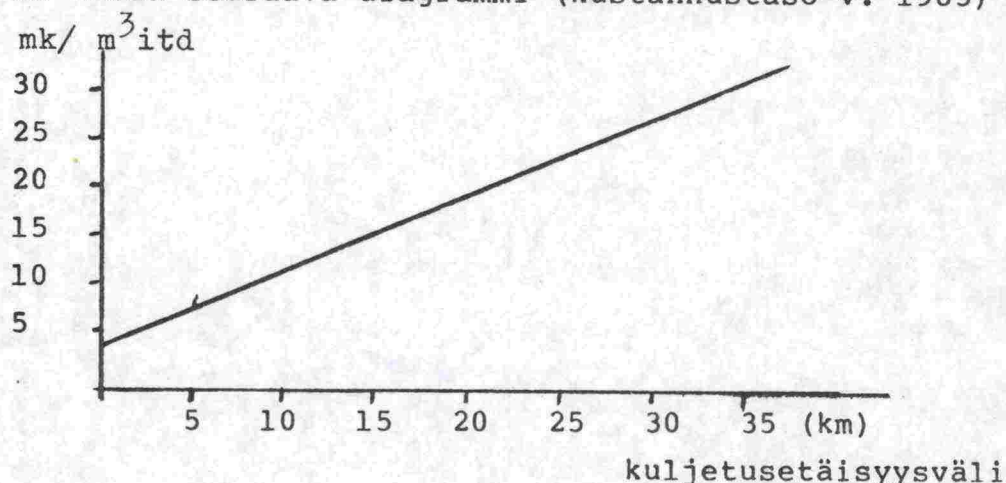
c) vanha alue, jolla otto pohjavedenpinnan yläpuolelta on jo päättynyt. Alue on "loppuun käytetty".

Tässä tapauksessa ei yllä olevan kaltainen kustannusvertailu ole mahdollinen, sillä yläpuoleisen oton loputtua jäävät ottomahdollisuudet ainoastaan pohjavedenpinnan alapuoleisiin ainesmääriin. Tällöin voidaan katsoa vertailuhinnan muodostuvan kuitenkin tapauksen b (otto myös alapuolelta) suuruiseksi eli 2,52 mk/m<sup>3</sup>itd.

Edellä olevasta voidaan vetää se yhteinen johtopäätös, että pohjavedenpinnan alta tapahtuva otto on taloudellisesti kannattavaa, mikäli irroittamisen ja jalostuksen lisäkustannukset saadaan katetuksi muiden kustannusten (materiaalin hankintahinta, kuljetusmaksu, jälkihoito) pienenemisellä. Useissa tapauksissa kuljetuskustannukset saattavat muodostaa ratkaisevan materiaalikustannustekijän.



Kuljetuskustannusten riippuvuutta kuljetusetäisyydestä kuvaa seuraava diagrammi (kustannustaso v. 1983)



Edellä olevan diagrammin kustannukset vastaavat yksikköhintataksan mukaisia maamassojen kuljetuskustannuksia.

Diagrammista voidaan todeta, että jos pohjavedenpinnan yläpuolelta saatavan materiaalin kuljetusmatka kasvaa yli 3 km suuremmaksi kuin pohjavedenpinnan alta saatavalla materiaalilla, on soranotto kannattamapaa pohjavedenpinnan alta, vaikka kaivussyvyys olisi yli 5 m edellyttäen kuitenkin, että materiaalin jalostuskustannukset ja ottopaikan jälkihoitokustannukset ovat samaa suuruusluokkaa.

Jos kuljetusetäisyys on sama, voidaan todeta, että vanhojen ottoalueiden lisäkäyttö on aina taloudellisesti kannattavaa, mikäli pohjavedenpinnan alaisesta irroittamisesta ja jalostuksesta aiheutuvat lisäkustannukset ovat pienemmät kuin maanhankinnan ja rai-vauksen aiheuttamat kustannukset. Edellä esitetystä voidaan todeta tämän kustannusrajan olevan noin 1,20 mk/m³itd.

POHJAVEDENPINNAN ALTA JA SEN LÄHELTÄ  
TAPAHTUVAN KAIVUN TALOUDELLINEN MERKITYS

Tie- ja vesirakennuslaitoksen vuosittain käyttämä kiviainesmäärä on noin 20 milj. m<sup>3</sup>. Tästä aiheutuva kustannus oli v. 1983 528 milj. mk. Soran ja hiekan vuosittainen käyttömäärä on noin 15,7 milj. m<sup>3</sup>. Niiden käytöstä aiheutuvat kustannukset olivat samana vuonna 333 milj. mk. Summa koostuu seuraavista osatekijöistä:

-	ottopaikkojen osto ja vuokraus	25 milj.mk	7,5 %
-	aineksen irroitus	25 "	7,5 %
-	jalostus	132 "	39,6 %
-	kuljetus	151 "	45,3 %

Edellä on käsitelty eri kustannustekijöiden (maa-alueen osto, irroitus, kuljetus, jalostus, jälkihoito) vaikutusta pohjavedenpinnan alta tapahtuvaan materiaalin hankintaan. Materiaalin hankintahinta laskee, kun ainesta voidaan ottaa pohjavedenpinnan alapuolelta. Merkitykselliseksi hinnan aleneminen tulee sellaisessa tapauksessa, kun materiaalia on saatavissa alueelta pohjavedenpinnan alapuolelta, mutta ei kohtuullisena kuljetusetäisyydellä yläpuolelta. Kokonaissäästöjen markkamääräiseksi selvittämiseksi tulisi kartoittaa tarkemmin pohjavedenpinnan alapuoliset soravarat alueittain.

Pohjavedenpinnan alapuolisessa materiaalinotossa kustannuksia kohottavia tekijöitä ovat irroituskustannusten kohoaminen ja jalostuskustannusten lievä nousu. Toimittaessa syvyydellä 0 - 5 m pohjavedenpinnan alapuolella on irroitus keskimäärin 0,30 mk/m<sup>3</sup>



kalliimpaa kuin rintauksesta otettuna. Eli noin 19 % kalliimpaa kuin pohjavedenpinnan yläpuolelta tapahtuva otto. Syvyyksillä 5 - 10 m pohjavedenpinnan alapuolella on irroituksen kustannus jo noin 3,30 mk/m<sup>3</sup> eli kustannus on yli kaksinkertainen.

Edellä olevasta käy ilmi, että pohjavedenpinnan alta tapahtuva otto tulee lähinnä kysymykseen 5 m syvyyteen pohjavedenpinnan alapuolelle saakka. Sitä syvemältä tapahtuvalle otolle on taloudellisen kannattavuuden edellytyksenä riittävä säästö muissa kustannustekijöissä, lähinnä jos kuljetusetäisyys tästä johtuen ratkaisevasti lyhenee.

Keskimääräiset kuljetusmatkat v. 1983 olivat luonnonkiviainekselle 6,59 km ja murskatulle kiviainekselle 7,36 km. Keskimääräiset kuljetusmatkat ovat vuosittain pidentyneet, mikä johtuu siitä, että uudet hankinta-alueet sijaitsevat kauempana kuin vanhat ja vanhat nykyisten säännösten puitteissa tulevat loppuun käytetyiksi. Tältä osin tilanne vaihtelee eri puolilla valtakuntaa suuresti.

Suurin kustannusten säästö pohjavedenpinnan läheltä ja sen alta tapahtuvasta soran- ja hiekanotosta koituisi ilmeisesti kuljetusmatkojen lyhenemisen kautta. TVL:n v. 1983 käyttämät 151 milj.mk soran ja hiekan kuljetuksiin muodostaa 45,3 % kaikesta soran ja hiekan käytön kustannuksista mainittuna vuonna.

Alueet, joilla soran- ja hiekanotto on keskeytetty pohjavedenpinnan läheisyyden vuoksi, sijaitsevat yleisesti lähellä voimakkaita soran ja hiekan käyttöalueita. Näillä puutealueilla on erityistä painetta ryhtyä pohjavedenpinnan alaiseen aineksen ottoon.

Jatkamalla näistä paikoista tapahtuvaa ottoa myös pohjavedenpinnan alapuolelle saavutetaan kuljetusmatkan lyhentymisenä säästö, joka on noin 1 mk irtokuitiometriä ja ajokilometriä kohden. Vuotuisena kustannussäästönä olisi esimerkiksi yhden kilometrin keskimääräisen ajomatkan lyheneminen noin 15 milj.mk. Tämä on noin 4,5 % kaikesta siitä rahamäärästä, joka käytettiin TVL:n soran ja hiekan käytön kustannuksiin v. 1983.

Yllä oleva tarkastelu osoittaa pohjavedenpinnan läheltä ja sen alta tapahtuvan oton voivan olla taloudellisesti kannattavaa ja yhteiskunnalle suuria säästöjä tuottavaa.

Ottoon liittyy kuitenkin vesiensuojelunäkökohtia, joiden tarkastelu tässä yhteydessä on tarpeen. Tämänhetkisen käsityksen mukaan aiheuttaa pohjavedenpinnan paljastaminen vaaran sen muuttumisesta ja pilaantumisesta, joka on vesilain mukaan kielletty. Tästä johtuen on tarkoin selvitettävä, millä tavoin pohjavedenpinnan alta tapahtuva soran- ja hiekanotto on tehtävä, suojaustoimet toteutettava ja toiminta valvottava, ettei aiheuteta mainittuja seurauksia. Asiasta on olemassa ulkomaisia tutkimustuloksia, mutta Suomen oloihin sovelletut tai Suomessa tehdyt tutkimustulokset ovat sangen puutteellisia.

Pohjavedenpinnan läheltä ja alta tapahtuvalla kiviaineen otolla on myös edullisia vaikutuksia ympäristöön. Se säästää pohjavedenpinnan yläpuolisia soravarroja ja näkyvää maisemaa, myös saadaan jo ennen maa-ainelain voimaantuloa hylättyjen maa-ainesten ottopaikkojen jälkihoitokustannukset maksetuiksi ja maiseman yleinen tila korjatuksi. Toiminta tuottaa uusia virkistys- ym. alueita, joilla vesiköyhillä



alueilla saattaa olla lähes rahassa arvioimaton merkitys.

Luonnonsuojelulain nojalla rauhoitetut harjualueet kansallis- ja luonnonpuistoja lukuunottamatta 1.1.1980

Kunta	Suojelualueen nimi	Rauh.vuosi	Pinta-ala ha
Uudenmaan lääni			
Hanko	Täktomin harjun osa		2,5
Helsinki	Kallahdenharjun osa	1973	2
Porvoon mlk	Långören	1970	25
Tenhola	Tapelsåsen	1978	
Turun ja Porin lääni			
Kiikala	Kultalähde ympäristöineen	1959	1,6
---	Hyppärän harjukumpare	1970	22
Hämeen lääni			
Hauho	Kotkonharjun osa	1947	7
---	Kotkonniemen kärki	1950	9
Humppila	Kennin harjuriinne	1968	1,2
Hämeenlinna	Ahveniston alue	1964	69
Lammi	Napilanmäki	1950, 1963	1,7
---	Untulanharjun osa	1959	4,8
---	Linnamäki	1959	1,3
Mänttä	Mäntänvuori	1945, 1963	220
Tammela	Kaukolanharjun osa	1955	8,8
---	Kaukolanharjun osa	1977	16,4
Valkeakoski	Rapolanharjun osa	1959	13,0
---	Liuttulanharjun osa	1973	3,6
Vilppula	Salussärkkä	1968	9,3
Kymen lääni			
Anjalankoski	Aholan lähdealue	1966	0,4
Parikkala	Sikoharjun osa	1962	5,2
Suomenniemi	Suomijärven alue	1973	3,2
Kerimäki	Hytermän saaret	1932	55
Mikkelin mlk	Porrassalmen harju	1947	4,2
Ristiina	Puuskankaan harju	1971	36,8
Sulkava	Vilkaharju	1978	155
Kuopion lääni			
Vieremä	Kyrönniemi	1968	4,0
Keski-Suomen lääni			
Keuruu	Ketveleen harjun osa	1950, 1961	4,5
Petäjävesi	Solikkosaari	1977	2,1

Näiden lisäksi joihinkin suojelualueisiin sisältyy pieniä harjun-  
osia.